47—54

动 物 学 研 究 1994, 15 (4): 49—54 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

赤斑羚和斑羚核型比较研究

刘瑞清 陈玉泽 施立明
(中国科学院昆明动物研究所 昆明 650223)

张词祖
(上海动物园 上海)

Q959.842

A

摘要 本文对赤斑羚(*Naemorhedus cranbrooki*)和斑羚(*N. goral griseus*)的染色体 G 带、C 带和 Ag-NORs 的数目、分布等作了较详细的比较研究。赤斑羚 2 n=56 全部为近端着丝粒染色体，N. F=54；斑羚 2 n=54，除 No. 3 是亚中着丝粒染色体外，其余皆是近端着丝粒染色体，N. F=54。赤斑羚和斑羚全部着丝粒区域显示强 C 带阳性、具有丰富的异染色质；二者 G 带带纹相似程度高，其 No. 3 长臂(q)G 带带纹相似。斑羚的 No. 3 短臂(p)与赤斑羚 No. 27 近端着丝粒染色体的大小、形态和 G 带带纹相似；Ag-NORs 的数目二者都是 6 个，有相似的分布。由此看来，赤斑羚和斑羚在核型进化上有密切的亲缘关系。

关键词 赤斑羚，斑羚，染色体带型 染色体组型，偶蹄目

斑羚属(*Naemorhedus*)是一类比较原始的偶蹄类动物，共分两个种即斑羚(*N. goral griseus*)和赤斑羚(*N. cranbrooki*)。斑羚有 7 个亚种，其中 5 个亚种在我国有分布。赤斑羚为单型种，是 Hayman(1961)根据缅甸阿东河谷的标本订名的一个新种，仅分布于我国西藏东南部、云南西北部和缅甸东北部，是我国十分珍贵的 I 类保护动物。

关于斑羚和赤斑羚的核型，Wurster(1972)，Soma(1980)，Shi 等(1986)以及 Hsu 和 Benirschke(1973)曾作过报道，但是二倍体数目众说纷纭，染色体带型资料不多，缺乏全面的对比分析。

本文应用染色体分带技术，对赤斑羚和斑羚的核型和带型作了详细的比较研究。

1 材料与方法

1.1 动物来源

1.1.1 赤斑羚来自上海动物园自繁的一只雄性动物，双亲捕自西藏东南部米林县。

1.1.2 斑羚来自重庆动物园一只雄性成年动物，产于四川西部。

赤斑羚的皮肤和斑羚的肺成纤维细胞均在含 15%的新生牛血清的 199(日本制药株式会社，日本)培养液中，37.5℃培养。细胞传代培养 44 h 左右，用 0.25%胰酶(Difco 1：250)消化收获细胞。收获细胞前 2 h，加入秋水仙素(最终浓度为 0.3—0.5 μg/ml)。用预热至 37℃的 0.5% KCl 溶液低渗处理细胞 15 min，按常规空气干燥法制备染色体标本，

本文 1994 年 2 月 23 日收到，同年 4 月 23 日修回

Giemsa 染色。

1.2 染色体分带

胰酶-Giemsa 带(G 带)，按 Seabright(1971)的方法；C 带按 Sumner(1972)的方法；核仁组织者(NORs)硝酸银染色参照 Howell 和 Black(1980)方法及刘瑞清等(1987)修改的方法。

1.3 核型分析

参照 Hsu 等(1973)和 Shi 等(1986)的报道，按 Levan 等(1964)的标准，依染色体长度递减排列。

2 结果

2.1 赤斑羚和斑羚的核型特征

根据赤斑羚 300 个中期相的观察计数，其 2 n = 56(图版Ⅰ：1)，27 对常染色体全部为近端着丝粒染色体，染色体的总臂数(N. F)为 54。X 染色体为一条较大的近端着丝粒染色体，Y 是一条最小的近端着丝粒染色体。

依据斑羚 200 个中期相的观察计数，其 2 n = 54(图版Ⅰ：2)。在 26 对常染色体中。No. 3 为一对亚中着丝粒染色体(SM)，其余皆是近端着丝粒染色体(A)，其总臂数(N. F)亦为 54。X 染色体是一条较大的近端着丝粒染色体(A)，Y 是核型中最小的近端着丝粒染色体(A)。

2.2 赤斑羚和斑羚的 G 带

图版Ⅱ示赤斑羚(左侧)和斑羚(右侧)的 G 带比较。赤斑羚的 Nos. 24—27 的 G 带带纹与斑羚的 Nos. 25—26 的 G 带带纹相一致，着丝粒无色，臂上只有一条宽而深染的带。斑羚的 No. 3 短臂(p)与赤斑羚的 No. 27 的 G 带带纹一致，个体大小也近似；斑羚的长臂(q)G 带带纹与赤斑羚 No. 3 近端着丝粒染色体的 G 带带纹相似，都是两条深染带和两条浅染带，分布位置基本一致。此外，二者的其余染色体 G 带带纹都大致相似。

2.3 赤斑羚和斑羚的 C 带

从图版Ⅲ：1、2 看出，赤斑羚和斑羚的 C 带核型基本相同，都在着丝粒区域具有丰富的异染色质。Y 染色体整条显示 C 带阳性。

2.4 赤斑羚和斑羚的银染核仁组织者(Ag-NORs)

赤斑羚(图版Ⅲ：3)和斑羚(图版Ⅲ：4)都具 6 条 Ag-NORs 的染色体，它们可能是核型中较大的 3 对近端着丝粒染色体 Nos. 1—2 和 4。Ag-NORs 均分布于近端着丝粒的远端末端部(图版中箭头所示)。

3 讨论

斑羚和赤斑羚的染色体曾有过不同的报道(表 1)。Wurster(1972)报道过 1 只雌性斑羚的核型，其 2 n = 55，N. F = 54，常染色体为 1(SM)+52(A)，其中 No. 3 是一对非配对的 SM+A，No. 27 是一个单独的最小的 A 染色体，性染色体为 A 染色体。他认为 No. 3 SM 染色体是 No. 27 中的一条 A 染色体易位到 No. 3A 染色体上进行着丝粒融合所致。Hsu 等(1973)报道一只可能来自缅甸或我国西部的雌性斑羚的核型。此核型与 Wurster(1972)报道的核型相同。他们还同时报道了另一只来自圣地亚哥动物园，原产地

未注明的雄性赤斑羚(原文记为 *N. goral cranbrooki*)的核型，其染色体数目和形态也与上述雌性斑羚相同，唯 Y 染色体是 SM 的。但是 Soma 等(1980)报道的一只据说来自贵州省的斑羚核型，2 n＝56，N. F＝54，全部染色体(包括性染色体)均是 A 染色体。我们的工作(Shi 等，1986；刘瑞清等，1989 和本文)表明斑羚的 2 n＝54、N.F＝54，常染色体为 2(SM)+50(A)，XY 均为 A 染色体，而赤斑羚的 2 n＝56，N. F＝54，常染色体和性染色体 XY 都是 A 染色体。我们的斑羚与上述文献报道的雌性斑羚核型比较，主要表现在常染色体数目和形态的差异，而原因有可能是同一物种表现染色体上的多型现象拟或是属于不同物种所致。实际上在形态分类学上，斑羚属的上述种类究竟是属于 1 个种，两个种拟或是 3 个种也还持不同看法(Ellerman 等，1951；Hayman，1961；冯祚建等，1986；Corbet 等，1992)。然而在核型演化上，一般认为对大多数哺乳动物来说，染色体数目、形态特别是性染色体的形态具有种的属性。在已报道的斑羚几种类型的核型中，仅有我们的赤斑羚和 Hsu 等(1973)的赤斑羚有雄性核型可作比较。两者除常染色体数目和形态不同外，性染色体 Y 亦有所不同。通常性染色体相对较为保守，它们的不同往往可能是不同的物种。

表 1　斑羚和赤斑羚的染色体

Tab. 1　Chromosomes in *N. goral* and *N. cranbrooki*

种　名	二倍体 2 n	常染色体臂数(N. F)	染色体形态 M&SM	A	X	Y	参考文献
斑羚 *N. goral*	55	54	1	52	A	－	Wurster,D H(1972)
斑羚 *N. goral*	56	54	0	54	A	－	Soma,H 等(1980)
斑羚 *N. goral*	54	54	2	50	A	A	Shi,L. M. 等(1986)
赤斑羚 *N. g. cranbrooki*	55	54	1	52	A	SM	Hsu,T C. 等(1973)
赤斑羚 *N cranbrooki*	56	54	0	54	A	A	刘瑞清等(1989)

图版Ⅱ表示本文的赤斑羚和斑羚 G 带核型比较。二者 G 带带纹比较结果可以看出斑羚 No.3 SM 染色体的长臂(q)与赤斑羚的 No. 3 A 染色体的长臂(q)G 带带纹相似；赤斑羚核型中最小的一对 A 染色体(No. 27)G 带带纹与斑羚 No. 3 的短臂(p)G 带带纹也相似。这说明赤斑羚与斑羚两个种间在物种演化过程中曾发生过罗伯逊易位(Robertsonian translocation)，也就是说有可能赤斑羚的两条 A 染色体 No. 3 和 27 曾发生着丝粒融合而形成斑羚的 No. 3 SM 染色体。当然也可能存在相反的着丝粒分裂过程。这说明在斑羚属的核型进化中罗伯逊易位可能起重要作用。

从图版Ⅲ：1、2 可以看出赤斑羚和斑羚染色体着丝粒区域的结构异染色质都非常丰富。X 染色体着丝粒 C 带阳性，而 Y 染色体整条显示 C 带阳性。有些学者认为着丝粒区域结构异染色质丰富，染色体臂上又无插入的和端位的异染色质，这是一类相对原始的核型。本文中的两种斑羚的 C 带核型特征可能也表现出他们的原始性。而两者 C 带核型的相似则表明他们之间有较近的亲缘关系。

图版Ⅲ：3、4 表示赤斑羚和斑羚染色体 Ag-NORs 的数目与分布都相同。通常哺乳动物中，Ag-NORs 分布在染色体的次缢痕和端部。原位分子杂交已经证明，Ag-NORs 的显示位置就是 18S+28SrDNA 的活动区域(Hsu 等，1975；Goodpasture 等，1975)。银染的结构，不是 rDNA 的本身，而是转录产物如一些酸性蛋白质(Howell，1977)。这些

酸性蛋白质主要是C23和B23蛋白质(Lischwe等，1979)。Ag-NORs的数目和分布位置往往较为恒定的、具有物种的属性，因而可作为物种鉴别和探索进化的指标之一。赤斑羚和斑羚核型具有相同的Ag-NORs，进一步证明这两种之间的亲缘关系较为密切。

按Simpson(1945)的分类系统，斑羚属(*Naemorhedus*)隶属于偶蹄目(Artiodactyla)，牛科(Bovidae)，羊亚科(Caprinae)的岩羚族(Rupicaprini)。该族包含两个化石属和4个现生属。已知4个现生属的核型列于表2。从表2看出：岩羚族4个属的2n数目不相同，2n=42—58。Wurster和Benirchke(1968)指出，牛科动物的核型进化主要表现为染色体着丝粒融合、即相对特化的种类是染色体数目减少，双臂染色体数增加。如果岩羚族的核型进化遵循着丝粒融合的进化途径，那么斑羚属(*Naemorhedus*)(2n=54—56)和岩羚羊属(*Rupicaprini*)(2n=58)就要比石山羊属(*Oreamnos*)(2n=42)和鬣羚属(*Capricornis*)(2n=50)原始些，而在斑羚属中斑羚(2n=54)也许又比赤斑羚(2n=56)相对特化。

表2　岩羚族的核型比较

Tab. 2　Comparison of karyotypes in Rupicaprini

属　名	二倍体	常染色体臂数	染色体形态			
	(2n)	(NF)	M&SM	A	X	Y
斑羚属(*Naemorhedus*)	54—56	54	2—1	50—54	A	A或SM
鬣羚属*(*Capricornis*)	50	58	10	38	A	A或ST
石山羊属*(*Oreamnos*)	42	58	18	22	A	A或SM
岩羚羊属*(*Rupicapra*)	58	58	2	54	A	A或M

* 转引自陈宜峰等，1986，190—191页

致谢　本所动物分类区系研究室王应祥先生协助鉴定标本和提供有关分类和分布的资料，特此致谢。

参 考 文 献

刘瑞清，施立明，陈玉泽等，1989. 赤斑羚(*Naemorhedus cranbrooki*)的核型. 动物学研究，**10**(2)：106.

刘瑞清，施立明，陈玉泽，1987. 白眉长臂猿(*Hylobates hoolock leuconedys*)的染色体研究. 兽类学报，7(1)：1—7.

冯祚建，蔡桂全，郑昌林，1986. 西藏哺乳类. 北京：科学出版社. 237—243

陈宜峰，郭健民，1986. 哺乳动物染色体. 北京：科学出版社. 190—191.

Corbet G B, Hill J E, 1992. The mammals of the Indomalan region. London: Oxford University Press 270-271.

Ellerman J R, Morrison-Scott T C S, 1951. Chechlist of paraearctic and Indian mammals. London: Brit. Mus. (Nat. Hist) 401-402.

Goodpasture C, Bloom S E, 1975. Visualization of nucleolar organizer regions in mammalian chromosomes using silver staining. *Chromosoma (Berl.)*, **53**: 37-50

Hayman R W, 1961. The red goral of the Northeast frontier region. *Proc. Zool. Soc. London*, **136**: 317-324

Howell M K, 1977. Visualization of ribosomal gene activing: silver stain protein associated with rRNA transcribed from oocyte chromosomes. *Chromosoma (Berl.)*, **62**: 361-367.

Howell M K, Black D A, 1980. Controlled silver-staining of nuclealus organizer regions with a protective

colliodal developer: a 1-step method *Experienbtia*, **36**: 1014-1015.

Hsu T C, Benirschke K, 1973. An atlas of mammalian chromosomes. 7: 342.

Hsu T C, Spirito S E *et al*, 1975. Distribution of 18S+28S ribosomal gene in mammalian genomes. *Chromosoma (Berl.)*, **53**: 25-36.

Levan A *et al*, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, **52**: 201-220

Lischwe M A *et al*, 1979. Protein C23 and protein B23 are the major nucleolar silver staining proteins. *Life Sci*, **25**: 701-708.

Seabright M A, 1971. A rapid banding technique for human chromosomes. *Lancet*, **11**: 971-972.

Shi L M, Liu R Q *et al*, 1986. A goral with diploid chromosome number of 54. *Mammalian Chromosomes Newsletter*, **27**(1-4): 99.

Simpson G G, 1945. The principles of classification and a classification of the mammals. *Bull Amer. Mus. Nat. Hist.*, **85**(16): 350.

Soma H, Hoda H *et al*, 1980. Some chromosomal aspects of *Naemarhedus goral* (goral) and *Procapra gutturosa* (*Mongolian gazella*). *Proc. Japan Acad.*, **56**(5): 273-277.

Sumner A T, 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Exp. Cell Res.*, **75**: 304-306.

Wurster D H, 1972. Sex-chromosome translocation and karyotype in bovid tribes. *Cytogenetics*, **11**: 197-207

Wurster D H, Benirschke K, 1968. Chromosomes studies in the superfamily Bovoidea. *Chromosoma (Berl.)*, **25**: 152-171.

COMPARATIVE STUDIES ON KARYOTYPES BETWEEN *N. cranbrooki* AND *N. g. griseus*

Liu Ruiqing Chen Yuze Shi Liming

(*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica* 650223)

Zhang Cizu

(*Shanghai Zoological Garden*)

Abstract

This paper deals with the comparison on karyotypes between red goral (*Naemorhedus cranbrooki*) and goral (*Naemorhedus goral griseus*). Their chromosomes were studied by several banding techniques (G-, C- and Ag-staining). These results are given as below:

(1) The diploid number of red goral (*N. cranbrooki*) is 56. All of the chromosomes are acrocentrics. The X is a large one, and the Y, the smallest. The goral (*N. g. griseus*) has a dipolid number of 2n = 54. The karyotype are consisted of 26 pairs of acrocentrics and one pair of submetacentric. The X chromosome is also a large acrocentric, and the Y chromosome, the smallest acrocentric. Therefor, the existence of submetacentric elements

makes the remarkable difference between the chromosomal structures of red goral and goral. But autosomal arm number (N. F) are all 54 for both gorals.

(2) The G-banding patterns of the 3q in goral are similar to that of the No. 3 in red goral, and the G-banding patterns of the 3p in goral are similar to that of the No.27 in red goral. Therefore, it is suggested that a Robertsonian translocation could have happened during the karyotype evolution of gorals.

(3) The centromeric distribution of heterochromatin has been demonstrated in all chromosomes of red goral and goral, while the whole Y chromosome is C-band positive. The C-bands of chromosomes are also similar for both gorals.

(4) Ag-NORs have been observed at the terminal of 3 pairs of acrocentrics in red goral and goral, which could be No. 1, 2 and 4 larger acrocentrics according to their size and morphology.

These results suggest a close relationship between red goral (*N. cranbrooki*) and goral (*N. g. griseus*).

Key words Red goral, Goral, Banding patterns of chromosome

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 X Y

2

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14

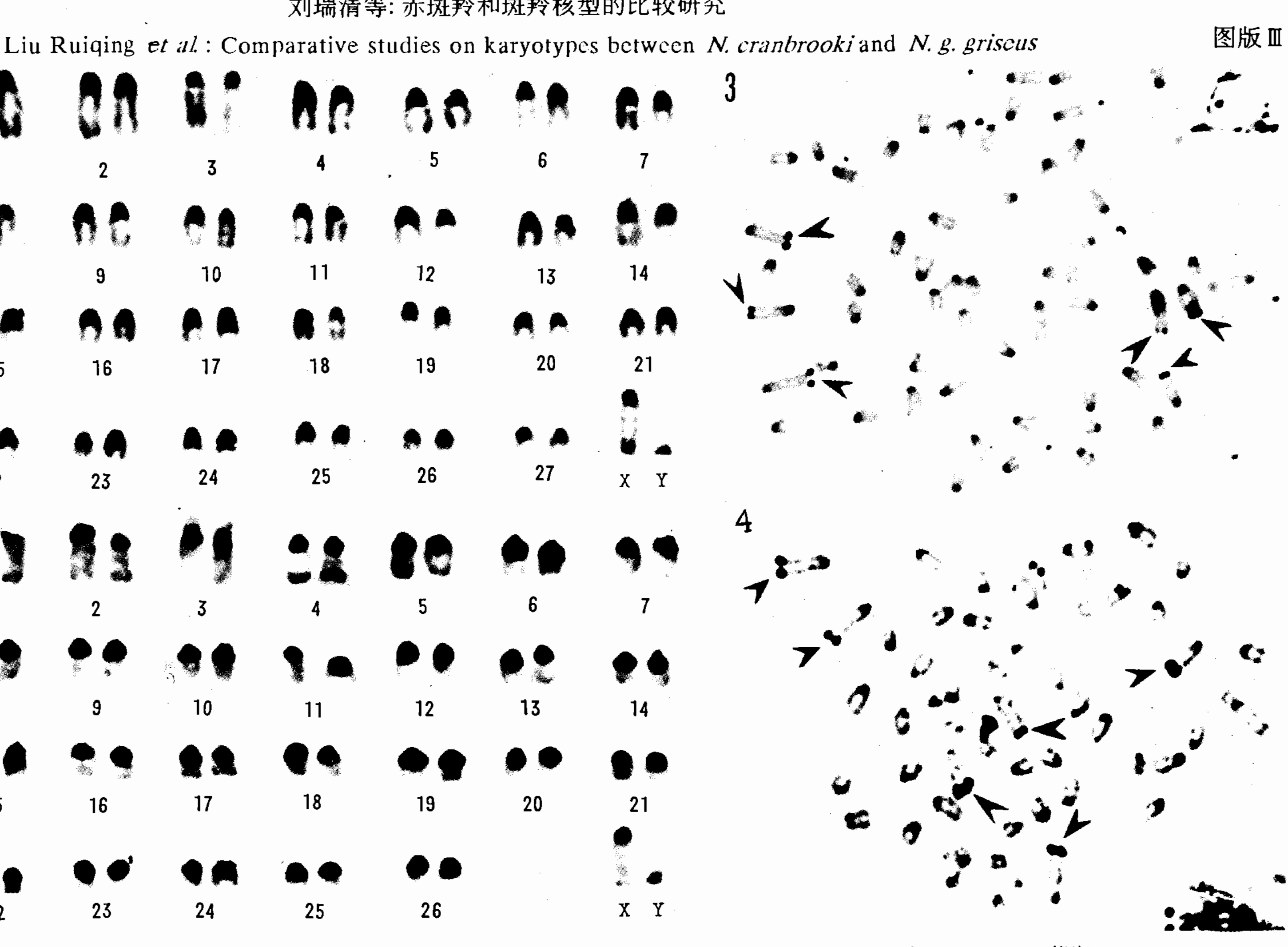
15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 X Y

1. 赤斑羚的核型 2n = 56　　2. 斑羚的核型 2n = 54

赤斑羚 (左) 和斑羚 (右) 染色体 G 带带型的比较

图版 Ⅲ



1. 赤斑羚染色体的 C 带　2. 斑羚染色体的 C 带　3. 赤斑羚染色体的 Ag－NORs(箭头所示)　4. 斑羚染色体的 Ag－NORs(箭头所示)